

持続可能な開発と超システムに関する 一考察

A Study of Sustainable Development and Super Systems

荒井 義則

ARAI Yoshinori

要旨：SDGsが超システムであることは証明したが、SDGs単独ではなく、国連人間環境会議からSDGsにいたるまでが「持続可能な開発」システムの発展過程と考え、このシステムが超システムであることを示す。

キーワード：持続可能な開発、SDGs、超システム

1. はじめに

SDGsは、日本版SDGsが誕生したり、企業が目標の一部を取り入れたり、かなりの広がりを見せている。SDGs単独で超システムになることは示したが¹、本稿では「持続可能な開発」システムという概念を導入し、このシステムが「国際人間環境会議」（1972年、ストックホルムで開催）を起点に発展し、現在はSDGsになっていると考え、発展過程を振り返り、このシステムが超システムであることを示す。

2. 超システム

ここでは超システムについて考える。

「超システム」は免疫系をモデルとしたシステムである。

2-1 免疫系

ここでは免疫系について概観する。

免疫には自然免疫、液性免疫、細胞性免疫があるが、超システムの原型は液性免疫と細胞性免疫である。

免疫にかかわる細胞は幹細胞から分化し、以下のようなさまざまな細胞となる。

- ①好中球
- ②好酸球
- ③好塩基球

これらの細胞は白血球のうち顆粒球に属する細胞で、好中球、好塩基球は炎症部位に遊走し、好酸球は寄生虫に対処する。

- ④単球・マクロファージ
- ⑤B細胞
- ⑥T細胞
- ⑦NK細胞

これらの細胞は白血球のうち顆粒球に属する細胞である。単球は血液中から組織の中に入りマクロファージへと分化する。マクロファージは侵入者（細菌など）を細胞内に取り込み処理する。B細胞は抗体を生産する。T細胞はさらに

- ⑧ヘルパーT細胞
- ⑨キラーT細胞
- ⑩制御性T細胞

に分かれる。ヘルパーT細胞はB細胞の抗体生産を助け、キラーT細胞は病原体に感染した細胞を処理する。制御性T細胞は免疫応答を抑制する。NK細胞は抗体を介した反応には加わず、癌細胞やウイルス感染で変形した細胞を学習することなしに処理する。

抗体は自然界にあるほとんどすべての物質に対応する。抗体の構造は可変部と定常部でできて

おり、可変部は個体間でほとんどの場合異なっており、抗体の多様性を生み出している。これは可変部をコードする遺伝子（複数あり）が移動して定常部の遺伝子に（J 遺伝子を介して）つながることによる多様性である。

液性免疫では抗体が生産される。その過程は以下のとおりである。

- ①B細胞にあるB細胞抗原受容体が抗原を察知し細胞内に取り込む。
- ②抗原を小さなペプチドに分解する。
- ③主要組織適合遺伝子複合体クラスⅡ分子とペプチドが結合する。
- ④③の結合体がB細胞の表面に提示される（抗原提示）。
- ⑤ヘルパーT細胞のT細胞抗原受容体がB細胞表面の結合体を認識。
- ⑥T細胞にシグナルが伝達され、活性化される。
- ⑦活性化されたT細胞がサイトカインを分泌する。
- ⑧B細胞の受容体がサイトカインを認識し結合する。
- ⑨B細胞内に刺激が伝わり活性化し、抗体を生産する形質細胞へと分化する。
- ⑩形質細胞が抗体を生産する。

これらのT-B相互作用により、クラス・スイッチが生じ、さらに突然変異が生じてより親和性の高い抗体が生産される（抗体の成熟）。なお、一部のB細胞は記憶B細胞として残り、二度目の感染時にはすばやく対応し、突然変異を生じてより高い親和性を持つ抗体を生産する。

細胞性免疫は抗体によらない免疫でマクロファージとキラーT細胞が活躍する。マクロファージによる細胞性免疫は以下のとおりである。

- ①マクロファージが侵入者（細菌・ウイルスなど）を体内に取り込む。ただし、活性化されていないマクロファージの殺菌力は弱い。
 - ②主要組織適合遺伝子複合体クラスⅡ分子による抗原提示（マクロファージも抗原提示能力がある）。
 - ③抗原提示によりヘルパーT細胞が活性化され、サイトカインが分泌される。
 - ④サイトカインによりマクロファージが活性化され、細胞内に取り込んだ侵入者を処理する。
- また、キラーT細胞による細胞性免疫は以下のとおりである。
- ①感染細胞内でウイルスの遺伝子にコード化されたたんぱく質を生産する。

- ②たんぱく質の一部は分断され、小さなペプチドとなる。
- ③ペプチドは主要組織適合遺伝子複合体クラスⅠ分子と結合し、細胞表面に発現する。
- ④キラーT細胞のT細胞受容体が③の結合体を認識し、活性化する。
- ⑤活性化したキラーT細胞が感染した細胞を処理する。

今まで見てきたように、免疫系はさまざまな細胞が協力して機能を発揮している。

2-2 超システムとしての免疫系

多田はこの免疫系をもとに超システムを提唱した²。超システムの特徴は以下のとおりである。

(1) 自己生成

免疫細胞は「何ものでもない単一の細胞」である「幹細胞」からサイトカインなどにより

- ①好中球
- ②好酸球
- ③好塩基球
- ④マクロファージ
- ⑤B細胞
- ⑥T細胞
- ⑦NK細胞

などの細胞に分化する。このようにして免疫細胞が形成されるが、多田はこのような過程を「自己生成」と名づけた。

(2) 自己多様化

(1)の生成過程は、自己が多様な細胞を作り出しており、このような過程を「自己多様化」と名づけた。

(3) 自己組織化

幹細胞から生じた多様な免疫細胞はばらばらではなく、異なったサイトカインを用いて交信し、全体として免疫システムを形成してゆく。このような過程を「自己組織化」と名づけた。

(4) 自己適応

もともとT細胞は分化しておらず、胸腺で教育を受け、ヘルパーT細胞、キラーT細胞、制御性T細胞などに分化する。この中で自分自身に免疫応答を生じる細胞は処理される。このように自己を攻撃するような免疫細胞は排除される。このような過程を「自己適応」と名づけた。

(5) 閉鎖性と開放性

免疫系はすでに述べたような細胞の連携のみで成立しており、その意味では閉じた体系である（閉鎖性）。また、免疫系は常に外界に開かれており、外部からの情報を受け取り、その刺激に応じて自己を変更していく（開放性）。このような性質を「閉鎖性と開放性」と名づけた。

(6) 自己言及

免疫系は外部からの情報（抗原）をもとに、より親和性の高い抗体を作り出すようなシステムを、それまでのシステムを破壊することなく作り出している。このように、外部からの情報をもとに自己の内部を自己で改革してゆくには、それまで存在していた自己に照合しながら、大幅な変更のないように実行するのが原則である。これを「自己言及」と名づけた。

(7) 自己決定

個体がどのような病気にかかるかなどはすべて決定されているわけではなく、個体自身が状況に応じて自己決定してゆく。これを「自己言及」と名づけた。

超システムは以上のような様式を備えたシステムとして定義されるが、多田は単に免疫系だけ

でなく、生命の存在様式として超システムをとらえている。さらに、言語、都市、経済活動、国家、民族なども超システムであると主張している。また、人間の文化活動も超システムととらえることができることも述べている（この部分2-1、2-2は拙稿「SDGsに関する一考察」『神奈川大学経営学部国際経営論集第58号』より引用した）。

3. 持続可能な開発の歴史

1972年、スウェーデンのストックホルムで「国連人間環境会議」が開催され。この会議において「人間環境宣言」が採択され、国際連合に環境問題を専門的に扱う「国際連合環境計画」を設立することが決定された（「国際連合環境計画」は1973年に発足した）。「人間環境宣言」は人間環境（自然環境と人工的環境）の保全と向上を提唱しているが、その中心は地球環境問題であった。

1982年、ケニアのナイロビで開催された国際連合の環境会議において「環境と開発に関する世界委員会」設置の提案がなされ、1984年から活動が開始された（正式名称は「World Commission on Environment and Development」、委員長の名前を取り「ブルントラント委員会」と呼ばれることもある）。この委員会から、1987年に「Our Common Future（我ら共有の未来）」という報告書が提出された。報告書では、「持続可能な開発」について言及している。

1992年、ブラジルのリオ・デ・ジャネイロで「国連環境開発会議」（「地球サミット」とも呼ばれ、また「リオ・サミット」と呼ばれることもある）が大規模に開催された。この会議では「リオ宣言」が採択された。「リオ宣言」は環境・資源保護・持続可能な開発を扱っており、さらに「アジェンダ21」などの実行ルールが採択された。「アジェンダ21」は持続可能な開発を実現するための行動計画であり、環境・資源の保全のみならず貧困、人口などその内容は広範囲にわたる。「アジェンダ21」の進捗状況を監視するために、1992年の総会で「持続可能な開発委員会」の設置が決定した。

地球温暖化の進展にともない、1994年に「気候変動枠組条約」が締結され（197カ国）、さらに3年後の1997年に京都で開催されたCOP3で地球温暖化に関する「京都議定書」が採択された。

2000年にはニューヨークの国連本部でミレニアム・サミットが開催され、国連ミレニアム宣言が採択された。さらにこの宣言をもとにした「ミレニアム開発目標（MGDs）」が採択された。MGDsはSDGs（2030アジェンダに記載）の前身に当たるもので、2015年末までに達成すべき8

つの目標を掲げている。その目標は

- ①極度の貧困と飢餓の撲滅
- ②初等教育の完全普及の達成
- ③ジェンダー平等推進と女性の地位向上
- ④乳幼児死亡率の削減
- ⑤妊産婦の健康の改善
- ⑥HIV/エイズ、マラリア、その他の疾病の蔓延の防止
- ⑦環境の持続可能性確保
- ⑧開発のためのグローバルなパートナーシップの推進

である。目標は環境のみならずかなり広範囲にわたっている。

2002年には南アフリカのヨハネスブルグで「持続可能な開発世界首脳会議」が開催され、2012年にはブラジルのリオ・デ・ジャネイロで「国連持続可能な開発会議」（「リオ+20」とも呼ばれる）が開催された。「リオ+20」では以下の二つのテーマが話し合われた。

- ①グリーン経済への移行
- ②「持続可能な開発」のための新たな枠組み

また、「持続可能な開発目標（SDGs）」についての話し合いも開始された。

地球温暖化については、2015年にフランスのパリでCOP21が開催され、「京都議定書」の後継として「パリ協定」が採択された。

2015年には、「国連持続可能な開発サミット」が開催され、「われわれの世界を変革する：持続可能な開発のための2030アジェンダ」（SDGsを含む）が採択された（この部分は拙稿「SDGsに関する一考察」『神奈川大学経営学部国際経営論集第58号』より引用した）。

4. 超システムとしての「持続可能な開発」システム

「持続可能な開発」システムは、1972年、スウェーデンのストックホルムで開催された「国連人間環境会議」（「人間環境宣言」が採択された）を起点として発展を続け、MGDsを経てSDGsとして現在に至っている。この考え方に立つと、MGDsやSDGsは「持続可能な開発」システムのある時点における状態（SDGsは現在の状態）となる。この考え方のほうが発展史なども一貫して考察できるので、超システムという概念により適している。ここでは、このシステムが

超システムであることを証明する。

(1) 自己生成

「3. 持続可能な開発の歴史」でも言及したように、最初は環境が中心であったが、アジェンダ21、MDGs、SDGsと発展していくに従って、環境だけでなく、経済・産業、貧困、人の生活環境なども含まれるようになった。これは「自己生成」である。

(2) 自己多様化

(1) の過程は環境から環境、経済・産業、貧困へと多様化していく過程でもある。すなわち「自己多様化」の過程である。また、活動を担う国、地方公共団体、企業、NPO、個人なども広がりを見せており、この面でも多様化は進んでいる。自己多様化の例としては5で取り上げる日本版SDGsがある。日本以外の国でもその国に適したSDGsが実践されるので、国家レベルでの多様化が進んでいる。

(3) 自己組織化

SDGsでは17の目標と169のターゲットは、ばらばらではなく一体となって推進していく。すなわち自己組織化されている。推進の担い手となる各セクター(国、地方公共団体、企業、NPO、個人)も目標あるいは目標の一部を実行するので、目標の実行という点で自己組織化されている。

この点においてはアジェンダ21、MDGsなどにおいても同様である。

(4) 自己適応

取り組んでみたが、推進にあまり効果のない物は途中で中止されるので、自己適応は存在する。また進捗状況も監視・コントロールされるので、その意味でも自己適応は存在する。

(5) 閉鎖性と開放性

SDGsは17の目標と169のターゲットをもとに推進されるので、その意味では閉じている。また、外部からの情報、物、資金などは必要であるから、取り入れるので、その意味では開いている。すなわち、閉鎖性と開放性を有している。この点においてはアジェンダ21、MDGsなどにおいても同様である。

(6) 自己言及

たとえばMDGs からSDGsへの移行を考える。このときSDGsはMDGsの後継として位置づけられ、MDGsで積み残したのもSDGsの一部として含まれている。SDGsはMDGsの発展形である。SDGsがMDGsを破壊し、まったく別のものとして出現したわけではない。この過程は「自己言及」と考えられる。

(7) 自己決定

どのように推進していくかを決定するのは大枠については国連であり（SDGsにおいては「誰一人取り残さない」とあり、全人類が対象）、各セクター（国、地方政府、企業、NPO、個人など）の実践を決定するのは各セクターと各セクターに含まれる人間である。すなわち、自己決定である。

以上より、「持続可能な開発」システムは超システムであることが示された。

5. 日本におけるSDGs

日本においては、SDGsを推進するために総理大臣を本部長とする「持続的な開発目標推進本部」が2016年5月に設置され、さらに広範な関係者が意見交換を行う「SDGs円卓会議」が推進本部の下に設置された。この会議の意見をもとに2016年12月に「持続的な開発目標（SDGs）実施指針」が策定された。その後、2019年12月に一部が改定され、「SDGs実施指針改訂版」となった。「SDGs実施指針改訂版」のビジョンでは

我が国は、このような持続可能な経済・社会づくりに向けた先駆者、いわば課題解決先進国として、SDGsの実施に向けた模範を国際社会に示すような実績を積み重ねてきている。

と述べており、さらに

日本の持続可能性は世界の持続可能性と密接不可分であることを前提として、引き続き、世界一のロールモデルとなり、世界に日本の「SDGsモデル」を発信しつつ、国内実施、国際協力の両面において、世界を、誰一人取り残されることのない持続可能なものに変革し、2030年までに、国内外においてSDGsを達成することを目指す。

と述べている。日本は世界の模範となるべきSDGs実践国家を目指していることがわかる。

また、2030年の社会について、以下のように述べ、

すべての人が恐怖や欠乏から解放され、尊厳を持って生きる自由を確保し、レジリエンス、多様性と寛容性を備え、環境に配慮し、豊かで活力があり、格差が固定しない、誰一人取り残さない2030年の社会を目指す。

目指すべき2030年の社会が明確に示されている。さらに、Society 5.0と気候変動について

2030年までSDGsを達成し、経済発展と社会的課題の解決を目指すため、官民が共有する国家戦略であるSociety 5.0を引き続き推進していく。とりわけ、気候変動という喫緊の課題に対して、パリ協定における2℃ 目標及び1.5℃ 努力目標を踏まえて、生物多様性・生態系の保全にも緊急性を持って取り組みを強化していく。

と述べており、Society 5.0と環境（気候変動・生物多様性・生態系の保全）を重視していることがわかる。

「SDGs実施指針改定版」により2030年までの活動方針と目指すべき2030年の社会が明確に規定されている。

このビジョン達成のため次に示す8つの優先課題を掲げている。

（People 人間）

1 あらゆる人々が活躍する社会・ジェンダー平等の実現

2 健康・長寿の達成

(Prosperity 繁栄)

3 成長市場の創出、地域活性化、科学技術イノベーション

4 持続可能で強靱な国土と質の高いインフラの整備

(Planet 地球)

5 省・再生可能エネルギー、防災・気候変動対策、循環型社会

6 生物多様性、森林、海洋等の環境の保全

(Peace 平和)

7 平和と安全・安心社会の実現

(Partnership パートナースhip)

8 SDGs実施推進の体制と手段

また、以下のような五つの実施のための主要原則が掲げられている。

- (1) 普遍性
- (2) 包摂性
- (3) 参画性
- (4) 統合性
- (5) 透明性と説明責任

この実施指針の優先分野に取り組むために、2017年12月に「SDGsアクションプラン2018」、2018年6月に「拡大版SDGsアクションプラン2018」、2018年12月に「SDGsアクションプラン2019」、2019年6月に「拡大版SDGsアクションプラン2019」、2019年12月に「SDGsアクションプラン2020」が策定された。「SDGsアクションプラン2020」では、以下に示す3本柱を中核とする「日本のSDGsモデル」の展開を加速していくことになる。

I. ビジネスとイノベーション

～SDGsと連動する「Society5.0」の推進～

II. SDGsを原動力とした地方創成、強靱かつ環境に優しい魅力的なまちづくり

III. SDGsの担い手としての次世代・女性のエンパワーメント

ここで示した日本版SDGsは日本固有の取り組みである。各国でも自国に適したSDGs活動計画・実践があり、国家レベルでの多様性が見て取れる。

6. 終わりに

本稿では、「持続可能な開発」システムという概念を導入し、このシステムが1972年の「国連人間環境会議」（「人間環境宣言」採択）を起点とし、発展を続け、MDGsを経てSDGs（現在）になったと考えた。MDGsやSDGsはある時点におけるこのシステムの姿であると考えた。このような考え方を導入したのは、SDGsだけが単独で存在するわけではなく、長い歴史の上でSDGsが存在するからである。過去から現在までを知らなければ未来も見通せない。そのような考えでこのシステムを提案したが、このシステムを用いた解析はこれからである。

注

1. 拙稿「SDGsに関する一考察」『神奈川大学経営学部国際経営論集第58号』2019, p.83.
2. 超システムについては以下の書籍を参照した。
多田富雄『免疫の意味論』青土社, 1993.
多田富雄『生命の意味論』青土社, 1997.
多田富雄『免疫・「自己」と「非自己」の科学』日本放送出版協会, 2001.
免疫については以下の書籍を参考にした。
Peter Wood (著) 山本一夫 (訳)『免疫学』東京化学同人, 2010.

参考文献

多田富雄『免疫の意味論』青土社, 1993.

多田富雄『生命の意味論』青土社, 1997.

多田富雄『免疫・「自己」と「非自己」の科学』日本放送出版協会, 2001.

Peter Wood (著) 山本一夫 (訳)『免疫学』東京化学同人, 2010.

モニター・デロイト (編)『SDGsが問いかける未来の経営』日本経済新聞社, 2018.

水野雅弘、原裕『SDGsが生み出す未来のビジネス』(株)インプレス, 2020.

日経ESG (編)『ケーススタディーで学ぶ実践企業のSDGs』日経BP, 2020.